

# Metody adaptacji i mitygacji w sektorze spożywczym i rolnym



## Grupa docelowa:

Uczniowie dla klas I–IV szkół ponadpodstawowych.

## Czas zajęć:

**45 minut**

## Cel lekcji:

- Uczniowie rozumieją wadliwość obecnego systemu produkcji żywności objawiającą się: zanieczyszczeniem środowiska, nierównoważnymi praktykami hodowli i upraw oraz emisyjnością, a także znają podstawowe metody adaptacyjne niezbędne w przemyśle spożywczym.
- Uczniowie rozumieją znaczenie pojęć adaptacja i mitygacja w kontekście omawianych sektorów oraz różnicę między nimi.
- Uczniowie rozumieją potrzebę i zasadność podejmowania działań, strategii i polityk adaptacyjnych i mitygacyjnych oraz ogół wagi problemów, którym te działania mają zapobiec lub które mają ograniczyć.
- Uczniowie potrafią wymienić przykłady działań mitygacyjnych w sektorze spożywczym.
- Uczniowie zdobywają umiejętność prowadzenia świadomej dyskusji o klimacie i sposobach ochrony przed jego zmianą.
- Uczniowie rozumieją wagę postawy społecznej i struktury systemu produkcyjnego na szkodliwy pod kątem zmiany klimatu wpływ tego sektora.

## Szczegółowe cele kształcenia:

- Nabycie umiejętności w zakresie rozpoznawania zagrożeń i skutków zmiany klimatu oraz identyfikacji czynników na nią wpływających, związanych z kwestią produkcji rolnej i użytkowania terenu w kontekście agrokultury wraz z oceną ich wpływu na środowisko na poziomach: globalnym, regionalnym i lokalnym.
- Poznanie przykładów rozwiązań w sektorach produkcji żywności i ogólnie rozumianej agrokultury, umożliwiających ograniczenie ich negatywnego wpływu na klimat.
- Rozumienie zależności między systemem produkcji żywności i zagospodarowaniem gruntów a postępowaniem zmian klimatu. Zyskanie świadomości na temat powiązania życia codziennego i metod produkcji żywności z aspektem zmiany klimatu.
- Poznanie problematyki zmiany klimatu odniesieniu do codziennego życia, wykształcenie zrozumienia na temat skutków i przyczyn kryzysu klimatycznego w kontekście najbliższego otoczenia.
- Uwrażliwienie na kwestię kryzysu klimatycznego we własnym życiu i jego wpływu na codzienne funkcjonowanie.
- Wykształcenie postaw dbałości o klimat w świetle osobistych decyzji i własnego postępowania.

## Metody pracy:



burza mózgów



dyskusja



praca i dyskusja  
w podgrupach



**Przebieg zajęć:**

**Nauczyciel przedstawia zagadnienie agrokultury w kontekście zmiany klimatu i pyta uczniów, jakie ich zdaniem kwestie produkcji żywności są pod tym względem najbardziej problematyczne.**

**Po krótkiej burzy mózgów nauczyciel przedstawia wynikające ze zmiany klimatu zagrożenia dla systemu produkcji żywności oraz omawia potencjalne obiecujące rozwiązania i metody adaptacyjne i mitygacyjne.**

Uprawa ziemi i hodowla trzody są procesami wysoko emisyjnymi – jest to sektor szczególnie istotny pod kątem potrzeby mitygacji. Od roku 1980 kryzys klimatyczny spowodował na świecie spadek w produkcji kukurydzy i pszenicy o odpowiednio 3,8% i 5,5%.

**Najbardziej powszechne efekty kryzysu klimatycznego oraz towarzyszące im skutki w kontekście agrokultury.**

<b>Charakterystyka zmiany</b>	<b>Przewidywane konsekwencje dla agrokultury</b>
Wzrost średniej temperatury – zmiana relacji dni i nocy zimnych lub mroźnych do ciepłych.	Stosunkowy wzrost plonów w regionach zimnych, spadek w regionach ciepłych. Wzmożone występowanie szkodników i zakażeń.
Wzrost częstotliwości okresów gorących i fal upałów.	Spadki plonów w regionach ciepłych wynikający ze stresu termicznego.
Wzrost występowania mrozu w okresie późnej wiosny i wczesnej jesieni. Zawyżona częstotliwość intensywnych opadów.	Destrukcja i zamieranie plonów. Erozja i wyjąławianie gleby.
Zawyżona częstotliwość występowania susz.	Zwiększona śmiertelność zwierząt hodowlanych, spadek wydajności upraw (mniejsza ilość plonów), erozja gleby.
Wzrost częstotliwości występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych (takich jak gradobicia czy opady nawałne).	Spadek plonów i straty materialne wynikające z uszkodzeń infrastruktury.
Podnoszenie się poziomu morza.	Degradacja ziem uprawnych w rejonach delt rzek i obszarach nadmorskich, wód i gleb nadmorskich.

## **I. Gospodarka węgla w glebie na terenach uprawnych i łąkach**

Utrzymywanie wysokiego poziomu zawartości węgla w glebie to jedna z praktyk rolniczych, która umożliwia zwiększenie wydajności produkcji rolnej, a tym samym ograniczenie emitowanego na drodze produkcji dwutlenku węgla. Do metod pozwalających na utrzymanie wysokiej zawartości węgla w glebie należą:

- zwiększona różnorodność roślin uprawnych i płodozmian;
- zastosowanie roślin okrywowych (tworzących zwarte, gęste runo);
- systemy upraw wieloletnich;
- stosowanie nawozów wzbogacanych dodatkami organicznymi - oborniki ekologiczne;
- ograniczenie intensywności upraw i zachowanie pozostałości po nich;
- usprawnienie gospodarki wodnej, w tym drenaż podmokłych gleb mineralnych i poprawa struktury fizycznej gleb piaszczystych i żwirowych;
- stosowanie (i produkcja) biowęgla.

Celem zwiększenia zawartości materii organicznej i węgla w glebie na terenach łąkowych i pastwiskach stosuje się metody, takie jak:

- zwiększanie różnorodności darni i traw;
- wprowadzanie traw głęboko ukorzeniających się;
- dopasowanie obecności trzody do pojemności i wydajności terenu;
- stosowanie banków pasz i zwiększanie różnorodności paszy;
- ochrona przeciwpożarowa i stosowanie kontrolowanego, racjonalnego wypalania traw.

Wszystkie te środki uznawane są za Zrównoważone Praktyki Zarządzania Glebą („Sustainable Soil Management Practices”) przez Organizację ds. Wyżywienia i Rolnictwa Stanów Zjednoczonych (Food and Agriculture Organisation of the United States).

## **II. Sekwestracja węgla w agrokulturze – biowęgiel jako narzędzie mitygacyjne**

Biowęgiel (inaczej karbonizat) zyskuje w ostatnim czasie sporo uwagi ze względu na przypuszczany wysoki potencjał mitygacyjny.

Karbonizat produkuje się na drodze pirolizy i gazyfikacji materii organicznej. W praktyce proces polega na ogrzewaniu materii organicznej w wysokiej temperaturze i warunkach ograniczonej dostępności tlenu. Karbonizat można wprowadzać do gleb, gdzie może pozostać na kilkadziesiąt, do nawet tysięcy lat, zależnie od czynników, takich jak surowiec i warunki produkcji. Do najpopularniejszych surowców do produkcji biowęgla należą: pozostałości leśne i odpady z tartaku, słoma i obornik. Innowacyjnym, obiecującym rozwiązaniem jest stosowanie systemów jednoczesnej produkcji karbonizatu i bioenergii (gdzie surowiec organiczny występuje jako biopaliwo). Metodę tę uznaje się za jedną ze strategii usuwania dwutlenku węgla.

Karbonizat uważa się za istotne narzędzie mitygacji umożliwiające zarówno usuwanie dwutlenku węgla (poprzez dosłowne jego „zamykanie” w ziemi), jak i redukcję emisji z produkcji rolnej, gdy pozostała materia organiczna nie ulega rozkładowi, emitując gazy cieplarniane. Dodatkowo karbonizat podnosi jakość gleby, zwiększając jej wydajność i uodparniając ją na negatywne efekty zmian klimatu – jest to więc też efekt adaptacyjny.

Systemy produkcji żywności i cała agrokultura produkują duże ilości odpadów organicznych. Wysoki potencjał ma w tej dziedzinie stosowanie założeń **gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)**; oznacza to pozostawienie odpadów i produktów **w obiegu gospodarczym** i ich ponowne wykorzystanie w zamkniętym cyklu. GOZ to przeciwieństwo gospodarki liniowej bazującej na schemacie: weź – wyprodukuj – użyj – wyrzuć..GOZ koncepcję gospodarczą w ramach której produkty, materiały i surowce powinny pozostawać w gospodarce tak długo, jak jest to możliwe, a wytwarzanie odpadów powinno zostać maksymalnie zminimalizowane.

W omawianym kontekście przykładem wykorzystania podejścia GOZ jest produkcja karbonizatu z odpadów organicznych lub produkcja biopaliw z wykorzystaniem ekologicznych metod fermentacji. W przemyśle spożywczym GOZ ma szczególne znaczenie ze względu na wzmożony obieg materii organicznej.

## **III. Kwestia biotechnologii jako potencjalnego rozwiązania adaptacyjnego**

Innym środkiem umożliwiającym adaptację rolnictwa do zmiany klimatu, klimatu jest biotechnologia pozwalająca na uprawę roślin odpornych na ekstremalne warunki klimatyczne i czynniki takie jak susza. Przykłady omawianych działań stanowić może bydło rasy angus o zwiększonej tolerancji na wysokie temperatury osiągniętej dzięki inżynierii genetycznej (stosowano metodę **CRISPR-Cas9**) lub odporna na suszę pszenica **HB4**. Należy jednak koniecznie pamiętać o zagrożeniach wynikających ze stosowania gatunków modyfikowanych genetycznie – ich obecność prowadzi do tzw. skażenia genetycznego i może skutkować wyparciem gatunków rdzennych na danym terenie, pogłębiając kryzys bioróżnorodności i zagrażając ekosystemom.

## **IV. Agroleśnictwo jako alternatywna forma gospodarowania terenem rolnym**

Innym przyjaznym podejściem mitygacyjnym i adaptacyjnym jest agroleśnictwo.

Agroleśnictwo definiuje się jako zintegrowany system użytkowania terenu, gdzie jednocześnie wykorzystuje się drzewa i krzewy w powiązaniu z hodowlą zwierząt i uprawą roślin. Pozwala na magazynowanie węgla w strukturach roślin i glebie, równocześnie pozytywnie wpływając na jakość gleby, wspomagając retencję wody oraz zwiększając jej wydajność i uodparniając na erozję, co chroni przed szkodliwymi warunkami. Agroleśnictwo umożliwia tworzenie przyjaznych klimatów lokalnych i zwiększenie bioróżnorodności.

Istnieją jednak również istotne zagrożenia będące skutkiem obecności drzew i krzewów, związane między innymi z lokalną hydrologią (wynikającą z zapotrzebowania tych roślin na wodę) lub nierównością społeczną wśród producentów żywności. Dojść może do marginalizacji osób prowadzących gospodarstwa o mniejszej powierzchni, w których implementacja założeń agroleśnictwa nie będzie możliwa, oraz do sporów o teren.

W związku z tym obecnie zaleca się stosowanie agroleśnictwa jako systemu wspomagającego.

## Część warsztatowa

Obok węgla najistotniejszymi gazami cieplarnianymi emitowanymi w związku z agrokulturą są podtlenek azotu ( $N_2O$ ) i metan ( $CH_4$ ). Według literatury potencjał cieplarniany metanu jest nawet 60–80-krotnie większy od potencjału cieplarnianego dwutlenku węgla. W Polsce aż 79,6% podtlenku azotu i 29,9% metanu spośród całkowitej antropogenicznej emisji tych gazów pochodzi właśnie z rolnictwa.

Z całkowitej emisji podtlenku azotu z rolnictwa aż 87,4% pochodziło z użytkowania gruntów rolnych, a dokładniej – z nawożenia azotowego, a 12,6% – z gospodarki odchodami zwierzęcymi.

Dominującym źródłem emisji metanu w rolnictwie jest fermentacja jelitowa (zachodząca w przewodach pokarmowych zwierząt) odpowiadająca za 89,5% całkowitej emisji. Drugim istotnym czynnikiem była, ponownie, gospodarka odpadami zwierzęcymi. (dane KOBiZE na rok 2018).

**Uczniowie dzielą się na niewielkie zespoły (po ok. 5 osób). Na podstawie powyższych informacji dotyczących emisji podtlenku azotu i metanu, bazując na przedstawionych wcześniej w trakcie lekcji metodach mitygacji i adaptacji, uczniowie opracowują w grupach propozycje działań mogących ograniczyć emisje metanu i podtlenku azotu w Polsce. Następnie uczniowie dzielą się pomysłami.**

Według szacunków IPCC (Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu ONZ) potencjał mitygacyjny wynikający z ograniczenia strat żywności i zminimalizowania odpadów rolniczych wynosi 0,76–4,5 Gt ekwiwalentu dwutlenku węgla ( $CO_2e$ ) na rok. W praktyce należy dane te rozumieć następująco – ograniczenie marnowania jedzenia może pomóc rocznie zatrzymać emisję gazów cieplarnianych równą efektem 4,5 Gt dwutlenku węgla!

Kierując się tą samą miarą, metodą o największym potencjale mitygacyjnym w sektorze agrokultury i gospodarki terenem rolnym jest prawdopodobnie zahamowanie degradacji i wycinki lasów. Proces ten może rocznie wstrzymać emisję gazów odpowiadających nawet 5,8 Gt  $CO_2$  (do roku 2050).

Wiadomo już, że produkcja żywności w skali masowej, w szczególności mięsa, związana jest z ogromnym zużyciem energii i wysokimi emisjami. Najprostszym dla nas wszystkich sposobem na ich ograniczenie, jest niemarnowanie jedzenia i ograniczenie spożycia mięsa.

**Uczniowie przeprowadzają burzę mózgow na temat działań w życiu codziennym, które mogą pomóc zapobiec marnowaniu żywności. W razie potrzeby nauczyciel przedstawia dodatkowe propozycje:**

- Nie wyrzucaj żywności! Zanim to zrobisz, zastanów się, czy możesz ją zjeść później, przetworzyć na inną potrawę, podzielić się z kimś lub wykorzystać w inny sposób, np. gdy jest to możliwe i bezpieczne, karmiąc zwierzęta.
- W szkole, jeśli nie masz ochoty na swoje drugie śniadanie, zapytaj kogoś z klasy, czy nie chce czegoś przekąsić. Jeśli nie – zabierz je do domu, może posmakuje komuś w rodzinie.
- Jedz więcej warzyw i owoców, a mniej mięsa, to zdrowsze dla ludzi i korzystne dla planety. Jeśli wybierasz mięso, to najlepiej drób i ryby pochodzące ze zrównoważonych hodowli. Spróbuj nie jeść mięsa na przykład jeden dzień w tygodniu, a z czasem wydłuż tę praktykę do kilku dni.
- Kupuj śmieszne, mniej ładne warzywa i owoce – często ze względu na kształt, wygląd lub krótszą datę ważności są przecenione. Decydując się na taki zakup, ograniczysz marnowanie żywności i zaoszczędzisz pieniądze.
- Robiąc grilla z rodzicami, zamiast o karkówce i kiełbasie pomyśl o cukinii, papryce, oscypku czy też bakłażanach z fetą.
- Jeśli będąc z rodzicami w restauracji, nie zjecie całej porcji, poproście o zapakowanie potraw na wynos; można je zjeść później lub zamrozić.
- Kupuj tylko to, co wiesz, że na pewno zjesz. Wystrzegaj się zakupów pod wpływem impulsu wywołanego atrakcyjnym wyglądem opakowania lub promocyjną ceną.

## Słownik pojęć

**Agrokultura** – system gospodarowania terenem o potencjale rolnym, związany z uprawą rolną i produkcją żywności.

**Agroleśnictwo** – system zagospodarowania terenu rolnego zakładający obecność drzew i krzewów, łączący założenia produkcji rolnej z ideą tworzenia ekosystemu, kładący nacisk na różnorodność gatunkową i zrównoważoną eksploatację ziemi.

**Biotechnologia** – dziedzina nauki – oraz związany z nią zestaw rozwiązań – zajmująca się modyfikacją organizmów żywych i pracą z materią żywnościową, zwykle w celu zmiany określonych cech lub właściwości.

**Biowęgiel** – węgiel w formie stałej, powstały zwykle na drodze obróbki odpadów organicznych lub sekwestracji węgla z innych procesów produkcyjnych.

**Ekwiwalent dwutlenku węgla** – jednostka służąca określeniu skali emisji gazów cieplarnianych i powodowanego przez nie ocieplenia, wykorzystująca dwutlenek węgla jako punkt odniesienia.

**Gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ)** – „(...) system gospodarczy, w którym możliwie jak najdłużej utrzymuje się wartości produktów, materiałów i innych zasobów w gospodarce, zwiększa ich wydajne wykorzystywanie w produkcji oraz konsumpcji i tym samym ogranicza skutki środowiskowe ich wykorzystywania, a także minimalizuje się powstawanie odpadów i uwalnianie substancji niebezpiecznych na wszystkich etapach ich cyklu życia, w tym poprzez stosowanie hierarchii sposobów postępowania z odpadami”. (Definicja zawarta w art. 2 pkt 9 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 z dnia 18 czerwca 2020 r. w sprawie ustanowienia ram ułatwiających zrównoważone inwestycje, zmieniającego rozporządzenie (UE) 2019/2088 (Dz. Urz. UE L 198 z 22.6.2020, str. 13).

**Sekwestracja węgla** – proces wychwytywania dwutlenku węgla (zwykle w formie gazowej) i poddawania dalszej obróbce służącej ustabilizowaniu formy i magazynowaniu w postaci stałej lub przekształceniu w produkt pochodny do ograniczenia emisji dwutlenku węgla z procesów, gdzie stanowi produkt uboczny.

### Literatura

Lobell, D.B., 2011: Climate trends and global crop production since 1980, in: Science, vol. 333, p. 616-620.

Singh, B.P., et al., 2015: In situ persistence and migration of biochar carbon and its impact on native carbon 18 emission in contrasting soils under managed temperate pastures. PLoS One, 19, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141560>.

Smith, P., et al., 2014: Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). Climate Change 2014: 43 Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report 44 of the Intergovernmental Panel on Climate Change, O. Edenhofer et al., Eds., Cambridge 45 University Press.

Smith, P., et al., 2019c: Land-Management Options for Greenhouse Gas Removal and Their Impacts on Ecosystem Services and the Sustainable Development Goals. Annu. Rev. Environ. Resour., <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-101718-033129>.

Żukowska, G., et al., 2016: Agriculture vs. Alleviating the Climate Change Rolnictwo a łagodzenie zmian klimatu. Problemy ekorozwoju - problems of sustainable development vol. 11, no 2, pp. 67-74